

# **ВЛИЯНИЕ МДО-ПОКРЫТИЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭВОЛЮЦИЮ МИКРОСТРУКТУРЫ ТИТАНА VT1-0 В СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ПРИ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ**

***Корнеева Е.А.***

*Руководитель – профессор, доктор физ.-мат. наук Колобов Ю.Р.*  
НОиИЦ «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» НИУ «БелГУ»,  
г. Белгород  
ek-ko87@yandex.ru

Титановый сплав VT1-0 в субмикрокристаллическом (СМК) состоянии в сочетании с биоактивным МДО-покрытием является перспективным материалом для создания медицинских имплантатов [1]. Известно, что длительные циклические нагрузки являются одной из главных причин преждевременного разрушения имплантата, поэтому испытания на усталость являются наиболее важными при исследовании механических свойств материалов для имплантологии. Развитая система внутренних границ раздела, характерная для СМК материалов, при избыточных упругих напряжениях может способствовать зернограничному проскальзыванию, миграции границ зерен, вращению зерен и их последующей коалесценции. В связи с этим, в настоящей работе исследованы усталостные свойства и изменение микроструктуры СМК титана VT1-0 с поверхностной обработкой и без неё.

Усталостные испытания тонких пластин (0,6мм) титана на консольный изгиб проводили на электродинамический испытательной машине Instron Electropuls 3000 в условиях симметричного цикла нагружения, при частоте 10 Гц, контролируемой амплитуде деформации при комнатной температуре. Для определения предела выносливости ( $\sigma_{-1}$ ) по экспериментальным данным построены зависимости максимального значения напряжения в поверхностных слоях образца от количества циклов до разрушения (Кривые Вёллера). Пределы выносливости титана с поверхностной обработкой и без неё определяли по усталостным кривым как напряжения, соответствующие  $10^6$  циклам нагружения. По результатам измерения амплитуды нагрузки в каждом цикле построены кривые упрочнения, характеризующие изменения амплитуды напряжения в образце при постоянной амплитуде деформации. Морфология поверхности образцов, фрактограммы поверхности разрушения при различном количестве циклов до разрушения исследованы на растровом электронном микроскопе Quanta 600 FEG с полевой эмиссией. Изменение микроструктуры при различном количестве циклов до разрушения на образцах титана с поверхностной обработкой и без исследовали методом ДОРЭ по области 30х30 мкм с шагом сканирования 50 нм. Для

исследования микроструктуры образцов титана с поверхностной обработкой после усталостных испытаний МДО-покрытие было предварительно механически удалено.

Кривые Вёллера для титана без поверхностной обработки и титана с МДО-покрытием представлены на рис.1. Показано, что обработка поверхности примерно на 30% понижает предел выносливости титана: предел выносливости составляет 265 МПа и 382 МПа для титана с МДО-покрытием и титана без поверхностной обработки соответственно.

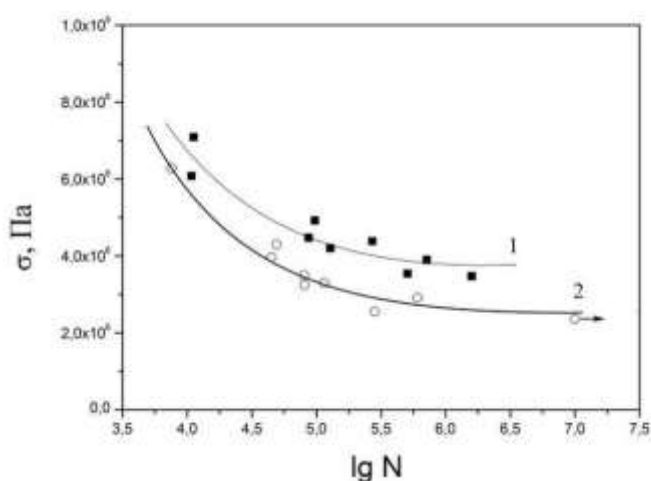


Рис.1 Кривые Вёллера для титана без поверхностной обработки (1) и титана с МДО-покрытием (2).

Амплитуда напряжения в титане без поверхностной обработки и титане с МДО-покрытием в процессе испытания незначительно снижается, причем в последнем случае её уменьшение происходит быстрее. Наличие пор в МДО-покрытии, выступающих в качестве концентраторов напряжения, приводит к образованию трещин на поверхности, которые при малоцикловой усталости распространяются в материал подложки. Показано, что в процессе циклического нагружения происходит увеличение отдельных зерен. Микроструктура титана с покрытием не отличается от микроструктуры титана без поверхностной обработки после многоцикловой усталости: средний размер зерен составляет ~323 нм, что на 25% больше исходного среднего размера зерна. В работе обсуждаются возможные причины изменения микроструктуры титана с поверхностной обработкой и без неё при усталостных испытаниях.

[1] Колобов Ю.Р. // Российские нанотехнологии - 2009. - №11-12 – С.19-31.